

Nutrição Mineral e Adubação da Mangueira em Condições Irrigadas¹

Introdução

A mangueira, embora cultivada em todas as regiões do Brasil, tem maior expressão no Sudeste e no Nordeste, que respondem por 93% da produção nacional. No entanto, a forma de exploração difere nessas duas regiões. Na região Sudeste são cultivadas, principalmente, mangueiras regionais, em condições não irrigadas, sendo a safra concentrada em um só período do ano, outubro a janeiro, e os frutos comercializados no mercado interno. Na região Nordeste, as cultivares plantadas são de origem americana, com frutos de aceitação no mercado internacional. O cultivo, feito sob condições de irrigação, aliado às técnicas de indução floral, permite a produção de manga durante o ano todo, de forma a atender aos diferentes mercados: Estados Unidos, alguns países da Europa e o próprio Brasil.

No Vale do São Francisco estão plantados 29 mil hectares de mangueira irrigada, o que corresponde a 83% da área plantada na região semi-árida do Nordeste.

A mangueira irrigada na região Nordeste apresenta, atualmente, uma produtividade média de 20 t/ha, enquanto no Sudeste ela é de aproximadamente 10 t/ha. No pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, a produtividade média alcançada a partir do sexto ano é de 25 t/ha. Entretanto, algumas áreas chegam a alcançar mais de 30 t/ha. As condições climáticas favoráveis e as tecnologias desenvolvidas, como manejo da irrigação, indução floral, nutrição e produção integrada, têm sido fundamentais para o bom desempenho do cultivo de manga nesta região, uma das frutas com maior potencial de crescimento de exportações a curto prazo.

O cultivo da mangueira irrigada, nas condições semi-áridas do Nordeste, apresenta como principais características a utilização de espaçamentos menores e práticas de poda de condução, o que permite a obtenção de plantas mais compactas. Dessa forma, a primeira produção é antecipada e o rendimento de frutas estabiliza mais cedo. As plantas têm o crescimento vegetativo e a floração manejados por meio da irrigação, utilização de reguladores de crescimento e podas, o que resulta na possibilidade de haver produção de frutos em qualquer época do ano. Os pomares podem produzir até duas vezes por ano: a primeira colheita, como resultado de uma indução floral artificial, e a outra, dentro das condições naturais.

Assim, nas recomendações de adubação para a mangueira, devem ser consideradas essas condições particulares do manejo da cultura, bem como os maiores rendimentos alcançados e as exigências de mercado quanto à qualidade e características dos frutos.

Principais Solos Cultivados Com Manga no Nordeste

Há solos com características bem diversas em cultivo com manga no Nordeste semi-árido. As características dos principais solos são dadas a seguir, de forma resumida.

Latossolo Vermelho Amarelo

Solo de textura arenosa, com profundidade variando de 1,2 a 2,0 m, pH na faixa de 4,5 a 6,0 na camada de 0 a 20cm, baixos a médios valores de bases trocáveis (teores de cálcio, magnésio e potássio) e baixos teores de fósforo, nitrogênio, matéria orgânica e alumínio trocável. Apresenta boas condições físicas, tendo como limitação a baixa fertilidade e, principalmente, baixa disponibilidade de cálcio.

¹Publicação financiada com recursos da Produção Integrada de Manga (PIF-Manga).

Autores

Davi José Silva
Engº Agrº, D.Sc.
Embrapa Semi-Árido

José Ribamar Pereira
Engº Agrº, D.Sc.
Embrapa Semi-Árido

Maria Aparecida do Carmo Mouco
Engª Agrª, M.Sc.
Embrapa Semi-Árido

João Antonio Silva de Albuquerque
Engº Agrº, M.Sc.
Embrapa Semi-Árido

Bernardo van Raij
Engº Agrº, Ph.D.

Carlos Alberto Silva
Engº Agrº, D.Sc.
UFLA

Podzólico Vermelho Amarelo (Argissolo Vermelho Amarelo)

Solo de textura arenosa a franco-arenosa, profundidade variando de 1,0 a 1,5 m, baixos a médios valores de bases trocáveis, pH na faixa de 4,0 a 6,0 na camada de 0 a 20 cm, baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Normalmente, apresenta camada adensada, que dificulta o movimento de água e a penetração de raízes.

Vertissolo

Solo de textura argilosa, com argila expansiva, profundidade variando de 1,0 a 1,5 m, pH entre 7,5 e 8,2, com 5 a 10% de carbonato livre, bases trocáveis entre 20 e 40 cmolc dm⁻³ de solo, com predominância de cálcio. Os teores de matéria orgânica, de nitrogênio e de fósforo são muito baixos. Apresenta limitação de ordem física, dificultando o seu manejo, sendo extremamente duro quando seco e altamente plástico e pegajoso quando molhado.

Bruno Não Cálcico (Luvisso)

Solo de textura franco-arenosa a argilosa, profundidade até 1,0 m, pH entre 6,0 e 7,5 e altos valores de bases trocáveis. Pode apresentar valores altos de sódio e sais trocáveis em profundidade. Apresenta baixos teores de matéria orgânica, de nitrogênio e de fósforo.

Areias Quartzosas (Neossolos Quartzarênicos)

Solos profundos com mais de 90% de areia. Apresentam baixa CTC, pH em torno de 5,0, baixos teores de cálcio, magnésio, potássio, nitrogênio, fósforo e matéria orgânica. Apresentam boas condições de drenagem, porém baixa capacidade de retenção de água. São limitados pela baixa fertilidade, principalmente, pela baixa disponibilidade de cálcio.

Aluviais (Neossolos Flúvicos)

Esses solos apresentam uma grande variação, nas características físicas e químicas, tanto horizontal quanto verticalmente. Os índices de fertilidade variam de médios a altos. Podem apresentar restrições de ordem física, como camada adensada.

Efeitos e Funções dos Nutrientes

Nitrogênio

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para a mangueira e exerce um importante papel na produção e na qualidade dos frutos. Seus efeitos se manifestam principalmente na fase vegetativa da planta e considerando-se a relação existente entre surtos vegetativos/emissão de gemas florais/frutificação, sua deficiência poderá afetar negativamente a produção. Mangueiras adequadamente nutridas com nitrogênio

poderão emitir regularmente brotações que, ao atingirem a maturidade, resultariam em panículas responsáveis pela frutificação.

Nitrogênio em excesso pode aumentar a susceptibilidade a desordens fisiológicas, tais como colapso interno, e a doenças de pós-colheita. No entanto, a relação entre o aumento dos níveis de nitrogênio e o aparecimento de colapso interno não está definitivamente esclarecida, uma vez que sua incidência estaria correlacionada mais com a baixa disponibilidade de cálcio do que com a elevação do nitrogênio. Altos teores de nitrogênio podem, ainda, deixar os frutos de coloração verde, ou manchados de verde, o que diminui o seu valor de mercado.

Fósforo

O fósforo é necessário na divisão e crescimento celular da planta. É especialmente importante no desenvolvimento radicular, comprimento da inflorescência, duração da floração, tamanho da folha e maturação do fruto. Influencia positivamente na coloração da casca, uma característica de grande importância para o mercado consumidor.

A manga, assim como outras árvores frutíferas, apresenta baixa exigência em fósforo, particularmente em solos arenosos. Apesar de mangueiras em produção exigirem quantidades significativamente menores de fósforo do que de nitrogênio e potássio, recomenda-se a aplicação regular desse nutriente nas adubações, uma vez que os seus teores nos solos são normalmente baixos, além das altas taxas de fixação nos solos mais argilosos.

Potássio

O potássio exerce um importante papel na fotossíntese e produção de amido, na atividade das enzimas e na resistência da planta a doenças. Ele está estreitamente relacionado com a qualidade dos frutos, em particular cor da casca, aroma e tamanho. Influencia ainda a regulação de água na célula, controlando as perdas de água das folhas pela transpiração. É o nutriente mais importante em termos de produção e qualidade de frutos. No entanto, o excesso desse nutriente pode causar desequilíbrio nos níveis de Ca e Mg, causando, ainda, queima nas margens e ápice das folhas velhas.

Cálcio

O cálcio, juntamente com o nitrogênio, é um nutriente exigido em grandes quantidades pela manga e participa do desenvolvimento celular da planta e dos frutos. Ele influencia na firmeza e na vida de prateleira dos frutos. Baixos níveis de cálcio estão associados com o colapso interno.

Os períodos críticos para a absorção de cálcio são durante o fluxo pós-colheita e o desenvolvimento inicial dos frutos. O cálcio é melhor absorvido pelo sistema radicular; aplicações foliares de cálcio não têm sido eficientes, uma vez que ele é praticamente imóvel na planta. A aplicação de cálcio deve fazer parte de um programa de manejo de fertilizantes, porque grandes quantidades de cálcio podem reduzir a absorção de magnésio e potássio, reduzindo a qualidade dos frutos. A quantidade de cálcio a ser aplicada vai depender dos resultados das análises foliar e de solo.

Magnésio

Embora o magnésio não seja exigido em grandes quantidades, é componente da clorofila, indutor de enzimas e participa do transporte de P na planta. Sua deficiência poderá provocar redução no desenvolvimento, desfolha prematura e, em decorrência, diminuição da produção.

Adubações com altas doses de cálcio e de potássio diminuem a sua absorção, devendo-se, portanto, verificar a relação potássio/cálcio/magnésio quando se for esquematizar as adubações.

Enxofre

O enxofre é exigido em pequenas quantidades, mas faz parte de alguns aminoácidos essenciais como metionina, cistina e cisteína, de certas vitaminas e da coenzima A, sendo, também, um ativador de enzimas.

Na região do Submédio São Francisco, ainda não foram constatados sintomas de deficiência desse nutriente, uma vez que a disponibilidade do nutriente nos solos é capaz de satisfazer as necessidades da planta. Além disso, a incorporação de fertilizantes químicos e orgânicos ao solo e a utilização de defensivos contendo enxofre garantem um suprimento adicional desse nutriente para a cultura.

Boro

O boro é importante para a polinização e desenvolvimento de frutos e essencial para a absorção e uso do cálcio. Apresenta um importante papel na resistência das paredes celulares. O boro não é facilmente retranslocado na planta, devendo ser suprido adequadamente pelo solo. Se necessário, aplicações foliares podem ser eficientes durante o florescimento. A deficiência de boro resulta em pobre florescimento e polinização, além de frutos de tamanho reduzido. Os sintomas de deficiência são mais visíveis durante o florescimento, com as plantas afetadas produzindo inflorescências deformadas. A deficiência de boro é mais comum em solos arenosos, como as Areias Quartzosas.

Sua deficiência induz à formação de brotações de tamanho reduzido, com folhas pequenas e coriáceas. Poderá ocorrer, ainda, redução significativa em termos de produção, uma

vez que a gema terminal poderá morrer ou, então, baixa germinação do grão de pólen e o não desenvolvimento do tubo polínico. A morte de gemas terminais resulta na perda da dominação apical, induzindo assim a emissão de grande número de brotos vegetativos, originados das gemas axilares dos ramos principais.

Deve-se tomar extremo cuidado com as quantidades de boro aplicadas, uma vez que o limite entre deficiência e toxicidade é muito próximo. A toxidez de boro causa queima das margens e queda das folhas (que pode acontecer durante alguns fluxos vegetativos). As aplicações de boro devem ser feitas durante a emissão de novos fluxos vegetativos e antes ou durante a floração.

Cobre

O cobre é necessário à ativação de várias enzimas. As exigências da mangueira em cobre são pequenas, sendo que raramente ocorrem deficiências. Em alguns casos, pode-se observar concentrações elevadas de cobre nas folhas, em consequência da aplicação de fungicidas e caldas à base de cobre, usados no controle de doenças. Esses produtos podem se acumular no solo, aumentando a sua disponibilidade para a planta.

Ferro

Embora não seja constituinte da molécula de clorofila, o ferro participa da sua formação. A quantidade de clorofila parece estar relacionada com o conteúdo desse micronutriente prontamente solúvel na planta. O ferro é também componente dos citocromos e ativador de enzimas, participa de processos de oxidação que liberam energia de açúcares e amidos, de reações de conversão de nitrato em amônio na planta e da síntese de proteínas. Sua deficiência se manifesta pela clorose típica em folhas novas, por meio da formação de um reticulado verde das nervuras, em contraste com o amarelado do limbo foliar. A carência de ferro pode ocorrer em solos ácidos, devido ao excesso de manganês, bem como em solos que apresentam pH elevado.

Manganês

Componente essencial para formação da clorofila e para formação, multiplicação e funcionamento do cloroplasto. Sua deficiência causa redução no crescimento, semelhante às deficiências de fósforo e magnésio. Folhas novas apresentam o limbo verde-amarelado sobre o qual destaca-se o reticulado verde das nervuras, porém, mais grosso que no caso do ferro. Sua disponibilidade no solo é reduzida quando se realiza calagem e aplicação de altas doses de fósforo.

Zinco

O zinco está associado ao ferro e ao manganês na formação da clorofila e é essencial para a síntese de proteínas. Ele faz

parte de uma auxina, o ácido indol acético (AIA), que, por sua vez está associado ao volume celular. Assim, plantas deficientes apresentam células menores e em menor número, ocorrendo então o encurtamento dos internódios, além de o limbo foliar aumentar sua espessura e ficar quebradiço.

Os distúrbios denominados malformação floral ou “Embonecamento” e malformação vegetativa ou “Vassoura de Bruxa” podem, em parte, estar associados à deficiência também de zinco, uma vez que as plantas emitem panículas pequenas, de formas irregulares, múltiplas e deformadas.

Extração e Exportação de Nutrientes

Para se estabelecer as necessidades nutricionais de uma planta, é necessário o conhecimento de sua composição mineral. Nos frutos encontra-se a maior proporção dos nutrientes necessários à planta, estimando-se sua participação em um terço ou mais do requerimento total.

De acordo com a composição mineral dos frutos de algumas variedades, os elementos nitrogênio e potássio são os extraídos em maior quantidade pela colheita, seguidos pelo cálcio, magnésio, fósforo e enxofre. Os micronutrientes são exportados na sequência $Mn > Cu > Fe > Zn > B$ (Tabela 1).

Nesta mesma tabela, observa-se que existem algumas particularidades nas concentrações de nutrientes entre os frutos das diferentes procedências. Na Venezuela, os frutos

da variedade Haden possuíam menos da metade de nitrogênio do que o encontrado na variedade Tommy Atkins. Entretanto, em São Paulo encontrou-se valores próximos para as duas variedades.

É interessante observar, ainda na Tabela 1, que os teores de Ca nos frutos provenientes de pomares plantados em solos alcalinos e ricos em Ca da Venezuela são cerca de seis vezes maiores em relação àqueles observados em frutos colhidos no Brasil. Esta observação é importante, pois o distúrbio fisiológico em frutos, conhecido como “soft-nose” (amolecimento da polpa, colapso interno), que está associado à deficiência de Ca, é pequeno na Venezuela, quando comparado com pomares brasileiros.

A aplicação de fertilizantes em plantas perenes é realizada, normalmente, com o objetivo de repor os nutrientes removidos pela colheita. Entretanto, deve-se considerar as quantidades de nutrientes imobilizadas na planta como um todo. Isto torna-se particularmente importante, quando se realizam podas, o que equivale a dizer que os nutrientes estão sendo removidos pela poda, assim como pelos frutos na colheita.

A concentração de nutrientes em diferentes partes da planta de mangueiras ‘Sensation’ com 2, 6 e 18 anos de idade é apresentada na Tabela 2. Observa-se que as concentrações mais altas de nitrogênio estão nas folhas, de fósforo e potássio na casca, de cálcio nas folhas e na casca, e de magnésio nas folhas novas, raízes e casca.

Tabela 1. Quantidades médias de nutrientes exportadas por tonelada de frutos frescos de algumas variedades de manga.

Nutriente	Variedade					Média
	Haden	Tommy Atkins	Haden	Tommy Atkins	Haden	
	----- kg -----					
N	0,86	2,01	1,18	1,09	1,22	1,27
P	0,17	0,47	0,09	0,12	0,22	0,21
K	1,84	1,43	1,20	0,91	1,82	1,44
Ca	1,17	1,25	0,20	0,25	0,15	0,60
Mg	0,52	1,09	0,20	0,24	0,17	0,44
S	-	-	0,10	0,12	0,17	0,13
	----- g -----					
B	2,13	3,62	1,40	1,80	0,90	1,97
Cu	8,63	8,00	4,80	9,00	1,50	6,38
Fe	3,26	10,12	6,10	2,20	3,40	5,02
Mn	23,6	14,3	2,30	2,80	2,30	9,06
Zn	5,63	5,30	5,80	5,40	1,30	4,68
Procedência	Venezuela	Venezuela	São Paulo	São Paulo	São Paulo	
Fonte	Laborem et al. (1979)	Laborem et al. (1979)	Haag et al. (1990), adaptado por Quaggio (1996)	Haag et al. (1990), adaptado por Quaggio (1996)	Hiroce et al. (1977)	

Tabela 2. Concentração média de macronutrientes em diferentes partes de mangueiras 'Sensation' com 2, 6 e 18 anos de idade, na época de colheita.

Parte da Planta	N	P	K	Ca	Mg
	----- % -----				
Raízes	0,49	0,12	0,56	0,43	0,19
Casca	0,48	0,25	1,52	1,35	1,18
Tronco	0,34	0,10	0,49	0,21	0,11
Brotações Novas	0,64	0,17	1,38	0,87	0,10
Folhas Maduras	1,37	0,11	0,85	1,64	0,15
Folhas Jovens	1,47	0,17	1,13	0,76	0,20
Folhas Senescentes	0,85	0,07	0,49	1,65	0,14
Frutos Frescos	0,48	0,06	1,13	0,10	0,09
Caroço	0,86	0,17	0,76	0,08	0,13

Fonte: Stassen et al., 2000

Ao avaliar a contribuição de cada parte da planta para o acúmulo de nutrientes na planta toda, observou-se que 40% do nitrogênio total da planta vai para as folhas e 13% para as raízes (Tabela 3). A concentração de nitrogênio no caule e nas brotações novas aumenta com a idade da planta, enquanto a dos frutos diminui. O fósforo seria mais uniformemente distribuído entre as diferentes partes da planta, com 15 a 20% em cada parte. Entretanto, ocorrem uma redução na concentração de fósforo na casca e um aumento nas brotações novas com o aumento da idade da planta. Tanto as folhas quanto os frutos apresentam 20% do conteúdo de potássio da planta. Assim como o nitrogênio,

as maiores quantidades acumuladas de cálcio estão nas folhas (40%). Nos frutos, o acúmulo de cálcio diminuiu com o aumento da idade da planta. O acúmulo de magnésio ocorre principalmente nas folhas e nas raízes. A sua concentração nos frutos também diminuiu com o aumento da idade da planta.

A partir dos dados obtidos na Austrália e África do Sul, estimou-se a proporção dos nutrientes removidos em mangueiras das variedades Kensington e Sensation, respectivamente (Tabela 4). As quantidades totais removidas são diferentes entre as duas variedades e as

Tabela 3. Distribuição percentual dos macronutrientes, em cada parte da planta em relação à planta toda, de mangueiras 'Sensation' de diferentes idades, na época de colheita.

Nutriente	Idade da Planta (anos)	Raízes	Casca	Caule	Brotações Novas	Folhas	Frutos
		----- % -----					
Nitrogênio	2	13,6	6,4	6,0	4,3	45,7	24,0
	6	8,1	3,8	14,8	8,8	51,0	13,5
	18	11,9	5,9	21,1	13,3	34,3	13,5
Fósforo	2	27,4	19,3	16,7	8,1	14,4	14,1
	6	17,9	9,3	11,7	16,6	29,6	14,9
	18	15,8	5,0	15,0	28,2	18,4	17,6
Potássio	2	18,0	17,2	8,8	6,1	19,1	30,8
	6	9,3	13,5	7,5	17,9	31,8	20,0
	18	10,3	13,8	12,9	24,2	18,4	20,4
Cálcio	2	11,0	16,0	3,4	12,4	43,6	13,6
	6	8,4	14,4	4,0	20,3	50,4	2,5
	18	21,0	14,2	5,3	16,5	40,6	2,4
Magnésio	2	22,5	10,4	10,6	5,2	20,0	31,3
	6	20,9	9,8	8,0	9,9	37,4	14,0
	18	30,2	10,5	11,5	9,5	26,6	11,7

Fonte: Stassen et al., 2000

Tabela 4. Nutrientes removidos da planta nas variedades Kensington e Sensation com diferentes idades (adaptado de Catchpoole e Bally, 1995 e Stassen *et al.*, 1997).

Nutriente	'Kensington' 8 anos ¹	Proporção ²	'Sensation' 6 anos ³	Proporção ²	'Sensation' 18 anos ³	Proporção ²
	-- g/planta --		-- g/planta --		-- g/planta --	
N	525	5,2	250,4	7,5	842,7	7,5
P	128	1,3	36,4	1,1	120,8	1,1
K	678	6,8	318,6	9,6	1146,2	10,2
Ca	688	6,9	172,4	5,2	719,5	6,4
Mg	100	1,0	33,2	1,0	112,9	1,0

¹ Nutrientes removidos por 10 kg de matéria seca (MS) das folhas, 20 kg de MS de galhos e ramos e 30 kg de MS de frutos.² Em relação ao nutriente extraído em menor quantidade.³ Inclui as quantidades de nutrientes fixadas anualmente por brotações novas, folhas e partes permanentes e removidas pela produção de frutos, mas não inclui as perdas ocasionadas por folhas caídas.

diferentes idades de 'Sensation'. Os nutrientes removidos em maiores quantidades da 'Kensington' foram cálcio e potássio, enquanto na 'Sensation' foram potássio, nitrogênio e depois o cálcio. Estes resultados sugerem que as quantidades removidas de potássio aumentam com o aumento da produção e da idade da planta, embora possam existir diferenças entre variedades.

Análise de Solo

Nenhum programa de adubação deve ser implantado sem o conhecimento prévio da disponibilidade de nutrientes do solo, considerando-se o custo da análise, relativamente baixo, e a facilidade de acesso aos laboratórios de análise de solo no país. A análise química do solo é indispensável na recomendação da calagem e da adubação. Juntamente com análise de folhas e informações da literatura é possível estabelecer um programa de adubação para a mangueira, visando maior produção, qualidade dos frutos e resultados economicamente viáveis.

Amostragem de Solo

A amostragem de solo deve representar, da melhor maneira possível, a composição média da área explorada pelo sistema radicular da planta, o qual depende de características da cultivar, do solo, do sistema de irrigação empregado ou do regime hídrico regional, do sistema de manejo da cultura, dentre outras. Na realidade, existem duas situações de amostragem. A primeira é a retirada de amostras para instalação de pomares, quando a amostra composta deve representar a área toda. A outra situação é a amostragem em pomares formados, quando a amostra deve representar o local de aplicação dos adubos.

Em pomares a serem instalados, além da avaliação da fertilidade, é importante também ter-se uma idéia da variação da fertilidade da área. Para isso, de seis a oito meses antes do plantio, as áreas devem ser estratificadas pela cor e textura do solo, vegetação atual e passada, relevo, além de outras características que permitam a separação em áreas diferentes. As amostras de solo devem ser coletadas nas profundidades de 0 – 20 cm e de 20 – 40 cm. Recomenda-se a retirada de amostras a outras profundidades, quando necessário, especialmente para diagnosticar condições desfavoráveis à penetração de raízes. Em cada área uniforme, coletar aleatoriamente 20 amostras simples para formar uma amostra composta para cada profundidade.

A amostragem em pomares implantados também deve ser feita aleatoriamente em pelo menos 20 pontos (20 amostras simples formando uma amostra composta) por área uniforme, na projeção da copa das árvores, evitando

a coleta em faixas de terra recém-adubadas. Normalmente se tem retirado as amostras à profundidade de 0 – 20 cm. A retirada de amostras em outras profundidades é útil, principalmente de 20 – 40 cm, devendo ser, também, obtidas amostras compostas de 20 pontos.

Em pomares já estabelecidos a maior concentração de raízes da mangueira está entre a extremidade da projeção da copa e aproximadamente 1 m do tronco, embora o sistema radicular possa atingir um raio de 5 m ao redor do tronco, dependendo do sistema de irrigação empregado ou do regime hídrico regional.

Em sistemas de irrigação localizada, a maior concentração de raízes da mangueira limita-se ao bulbo molhado. Portanto, a amostragem e a adubação deverão ser realizadas nestes locais. As amostras coletadas na "projeção da copa" não devem ser misturadas com aquelas coletadas fora desta região ou na extremidade do bulbo molhado. Estas amostras devem ser coletadas e analisadas separadamente. Para fazer as recomendações de adubação e calagem utiliza-se o resultado da amostra coletada no local que será adubado.

Diagnose Foliar

A diagnose foliar é útil para avaliar se existem distúrbios na nutrição da mangueira. Isto porque a existência dos nutrientes no solo em condições adequadas não garante necessariamente que esses elementos estejam sendo absorvidos. Além disso, condições de reação do solo, salinidade ou antagonismos entre elementos, podem provocar alterações não desejáveis na absorção de nutrientes.

Considerando que as culturas perenes mantêm grande quantidade de nutrientes na biomassa, estes são responsáveis pelos processos de crescimento vegetativo e floração e, dependendo do nível de reservas, até em grande parte da frutificação. Normalmente, as adubações realizadas no período vegetativo de um ano serão importantes para o próximo ciclo de produção, razão pela qual as plantas perenes não respondem rapidamente à adubação, com exceção do nitrogênio. Para a cultura da mangueira, este fato deve ser ainda mais relevante, pois existe informação na literatura de que as folhas da mangueira permanecem na planta por um período de pelo menos 4 anos. Assim, pela análise de folhas, é possível avaliar a disponibilidade de alguns nutrientes, como o nitrogênio, por exemplo, para o qual a análise de solo não fornece índice de disponibilidade satisfatório e, ainda, acompanhar o equilíbrio entre os nutrientes, importante não somente para a produção, mas também, para a qualidade dos frutos.

Amostragem de Folhas

A concentração de nutrientes nas folhas da mangueira é afetada por vários fatores tais como: a) idade da folha; b) variedade; c) posição da folha no broto; d) ramos com ou sem frutos; e) altura de amostragem na planta; f) posição dos ramos em relação aos pontos cardeais; g) tipos de solos.

As concentrações dos nutrientes sofrem alterações acentuadas com a idade dos tecidos. De um modo geral, os elementos com grande mobilidade no floema (N, P, K e Mg) têm tendência definida de decréscimos com a idade das folhas, enquanto o inverso ocorre com aqueles com pouca mobilidade (Ca, S e B). O nitrogênio pode sofrer variações temporárias em função da adubação. A influência da idade das folhas na sua composição mineral pode ser observada na Tabela 5.

Devido a isto, embora o período de florescimento seja unanimemente recomendado pela literatura internacional como o mais adequado para a coleta de folhas, as pulverizações concentradas com nitrato de cálcio e nitrato de potássio, com o objetivo de quebrar a dormência das gemas, indicam, certamente, que a coleta de amostras de folhas nesse período não é a mais adequada. É preferível, então, coletar essas amostras um ou dois meses antes do florescimento, quando a concentração de nutrientes é mais estável.

Tabela 5 . Influência da idade na composição química das folhas de mangueira

Idade das folhas	Macronutrientes						Micronutrientes			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
Meses	g/kg						mg/kg			
1	12,8	1,52	10,7	9,1	2,0	0,88	12	105	27	20
2	11,8	1,18	9,8	10,8	2,9	0,81	11	153	32	28
3	11,9	0,98	8,1	12,2	3,2	1,05	11	171	46	28
4	11,7	0,90	7,7	13,1	3,4	0,88	8	129	46	14
5	12,0	0,84	8,1	14,0	3,2	1,14	12	193	54	15
6	11,7	0,73	7,0	15,9	3,5	1,13	11	156	63	13
7	11,7	0,73	6,4	16,7	3,3	1,14	10	154	63	13
8	11,7	0,73	5,8	17,2	3,3	1,15	12	169	78	12
9	11,6	0,66	5,7	18,8	3,1	1,13	21	143	100	17
10	12,8	0,73	4,8	19,1	3,4	1,19	22	108	87	22
11	12,9	0,70	5,4	20,7	3,3	1,39	14	145	112	15
12	13,0	0,77	4,2	21,2	3,7	1,32	17	182	100	50

Fonte: Chadha et al. ,1980.

Recomendações para padronização da amostragem de folhas em mangueiras

- Separar talhões ou conjunto de talhões (não ultrapassar 10 ha) com a mesma idade, variedade e produtividade em áreas de solos homogêneos. Manter o mesmo agrupamento usado na análise de solo;

- Escolher para a coleta apenas as folhas inteiras e saudáveis, evitando-se folhas atacadas por pragas e doenças. As folhas devem ser coletadas na altura média da copa da árvore, nos quatro pontos cardeais, em ramos normais e

recém-maduros. Coletar as folhas na parte mediana do penúltimo fluxo do ramo ou do fluxo terminal, desde que este tenha, pelo menos, 4 meses de idade. Retirar quatro folhas por planta, em 20 plantas selecionadas ao acaso;

- Realizar a coleta antes da aplicação de nitratos ou outro fertilizante foliar para a quebra de dormência das gemas florais, com o propósito de evitar contaminações;

- Não amostrar plantas que tenham sido adubadas, pulverizadas ou após períodos intensos de chuvas;

- Após a coleta, deve-se acondicionar as amostras em sacos de papel, identificando-as e enviando-as, imediatamente, para um laboratório. Se isto não for possível, armazená-las em ambiente refrigerado;

- Realizar amostragem de folhas anualmente, pois os teores foliares de N condicionam as doses de fertilizantes nitrogenados a serem aplicadas.

Interpretação dos resultados de análises de folhas

Partindo de uma amostra padronizada, colhida como foi explicado anteriormente, é realizada a análise total dos

elementos no material vegetal. A interpretação pode ser feita levando em conta a faixa de teores considerados adequados. Na Tabela 6 são dadas essas faixas, de acordo com Quaggio (1996), que reuniu várias informações da literatura, sem especificação da variedade de manga. Uma alternativa para interpretar os resultados de análise foliar é a utilização do Sistema Integrado de Diagnóstico e

Recomendação (DRIS). O DRIS avalia o estado nutricional das plantas considerando o equilíbrio entre nutrientes, de modo que uma lavoura nutricionalmente equilibrada possa responder com alta produtividade, o que não acontece com lavouras com problemas de deficiência ou com desequilíbrios entre nutrientes.

Recentemente, as normas DRIS para a mangueira 'Tommy Atkins' foram determinadas em 63 pomares comerciais da região do Submédio São Francisco, nos estados da Bahia e de Pernambuco. Avaliou-se o estado nutricional de cada

pomar, bem como a qualidade de frutos na colheita e na pós-colheita, estabelecendo também as correlações existentes entre características físicas e químicas dos solos, o estado nutricional das plantas e a qualidade dos frutos.

Tabela 6. Teores de nutrientes adequados em folhas de mangueira.

Nutrientes	Faixas de Teores
N (g/kg)	12,0 a 14,0
P (g/kg)	0,8 a 1,6
K (g/kg)	5,0 a 10,0
Ca (g/kg)	20,0 a 35,0
Mg (g/kg)	2,5 a 5,0
S (g/kg)	0,8 a 1,8
B (mg/kg)	50 a 100
Cu (mg/kg)	10 a 50
Fe (mg/kg)	50 a 200
Mn (mg/kg)	50 a 100
Zn (mg/kg)	20 a 40

Fonte: Quaggio (1996).

Interpretando os índices DRIS, a sequência de limitação por deficiência foi: $Mg > Cu = K = Fe > Ca = B > Mn = Zn = N = P$ nos pomares de alta produtividade, e: $B > Cu = Zn > Ca > N > Fe > Mn > P > K = Mg$ nos pomares de baixa produtividade.

A limitação por excesso de nutrientes obedeceu à seguinte sequência: $Fe > K = Mg = Cu = Zn > Ca = B > Mn > N = P$ nos pomares de alta produtividade e: $Fe > P > Cu > Zn > Mn = K > B > Mg > N > Ca$, nos pomares de baixa produtividade.

Calagem e Adubação

Calagem

A prática da calagem eleva o pH do solo, neutraliza o Al e/ou o Mn trocáveis, fornece Ca e Mg às plantas, eleva a saturação de bases, equilibra a relação K: Ca: Mg, contribui para o aumento da disponibilidade de N, P, K, S e Mo e melhora a atividade microbiana do solo.

A mangueira cresce e produz relativamente bem em solos com grande amplitude de pH, desde ácidos até alcalinos, principalmente as variedades rústicas poliembrionicas. Contudo, as variedades melhoradas, apesar de também vegetarem bem em solos ácidos, requerem disponibilidade elevada de cálcio para aumentar a produção e, principalmente, melhorar a qualidade dos frutos. A mangueira é uma cultura das mais exigentes em cálcio, pois possui quase sempre o dobro desse nutriente nas folhas em relação ao nitrogênio, o qual é o nutriente predominante nas folhas da maioria das espécies cultivadas.

Também são frequentes no campo os sintomas de deficiência de magnésio, considerado o quarto nutriente mais importante para a mangueira. Em solos ácidos, os problemas de deficiência de Mg são facilmente corrigidos mediante a aplicação de calcário dolomítico, que é uma fonte eficiente e a mais econômica do nutriente. Entretanto, em solos alcalinos, a deficiência de Mg só é corrigida pela aplicação de sais solúveis de Mg, como sulfato, cloreto ou nitrato, os quais, normalmente, têm custo elevado, principalmente quando comparados com o calcário dolomítico.

Em pomares corrigidos com calcário ou naqueles em que o pH elevado não permite a sua utilização, a concentração de cálcio nas folhas pode ficar abaixo do nível crítico, predispondo as plantas a distúrbios fisiológicos, como o colapso interno “soft nose”. Uma fonte alternativa de cálcio é o gesso ou o fosfogesso. Nestas situações, o gesso é um material que vem sendo usado para aumentar os teores de cálcio, sem alterar o pH do solo.

Adubação

Informações gerais sobre adubação

A adubação consiste no aporte de nutrientes à planta a fim de que esta possa expressar o seu potencial produtivo, considerando que não haja limitações dos fatores envolvidos no processo de produção, como água, solo e clima.

A prática da adubação envolve diversos aspectos, para que se atinja os objetivos desejados, como aumento de produtividade e de qualidade, sem comprometer a capacidade produtiva do solo, principalmente em áreas irrigadas, tendo em vista que a adubação também é um dos fatores de deterioração do solo.

Em um programa de adubação, devem ser levados em conta o fertilizante a ser utilizado, a quantidade, a época e o local de aplicação em relação à planta. O mais importante dessas considerações é que não existe uma fórmula que seja a melhor para todas as condições. Diversos fatores devem ser observados no momento da tomada de decisão, entre eles: fertilidade do solo, sistema de irrigação, disponibilidade e qualidade da água de irrigação, custo e disponibilidade de insumos no mercado, clima, estado nutricional da cultura, potencial de produção (produtividade anterior e esperada) e exigências do mercado consumidor.

A calagem é realizada tanto para elevar a saturação de bases, quanto para suprir as necessidades de cálcio e magnésio e neutralizar o alumínio trocável. Em regiões de clima semi-árido, o critério de aumentar a porcentagem de saturação de bases não se mostra suficiente em alguns solos, principalmente nos arenosos. Esses solos apresentam fertilidade natural baixa, mas saturação de bases elevada, próxima de 100%; tanto a CTC quanto os teores de cálcio e magnésio normalmente são baixos.

Nesse caso, a calagem visa, exclusivamente, aumentar a disponibilidade de cálcio e magnésio.

As quantidades de fertilizantes aplicadas à mangueira são bastante variáveis entre as diferentes regiões produtoras. As doses de fertilizantes utilizadas na fase de formação da planta são, até certo ponto, compatíveis entre as diferentes regiões, levando-se em consideração o fato de que na região Sudeste o período de formação da planta dura 4 anos, enquanto no Nordeste, dura 3 anos, em média. As maiores diferenças devem-se ao clima, uso de irrigação e manejo da cultura.

Na fase de produção, as quantidades de fertilizantes empregadas estão vinculadas à produtividade. Assim, nas áreas irrigadas do Nordeste, nas quais a produtividade é muito maior, podendo atingir 40 t/ha de frutos, o consumo de fertilizantes também é mais elevado.

Com relação ao consumo dos fertilizantes NPK, as exigências nutricionais da mangueira não são constantes durante o seu ciclo de vida. No período de crescimento as quantidades de nitrogênio e fósforo devem ser altas, pois estes nutrientes propiciam o crescimento rápido das raízes e da parte aérea, evitam o florescimento precoce e garantem a formação de um pomar produtivo. Na fase de frutificação, o potássio torna-se mais importante do que esses dois nutrientes.

Recomendações de adubação

Esta proposta de atualização das recomendações de calagem e adubação da mangueira foi discutida pela seguinte equipe:

Bernardo van Raij, Carlos Alberto Silva, Cleber Del Rei Mendes Rosa Júnior, Clementino Marcos Batista de Faria, Davi José Silva, João Antonio Silva de Albuquerque, José Ribamar Pereira, Manoel Fernandes da Costa, Teresinha Costa Silveira de Albuquerque.

Espaçamentos mais comuns: 10m x 10m;
10m x 5m; 8m x 6m;
8m x 5m; 6m x 3m.

População: 100 a 555 plantas/ha.

Calagem: Elevar a saturação por bases (V) a 80% e/ou o teor de Ca^{2+} a $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e o de Mg^{2+} a $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Fornecimento de cálcio: Considerando a elevada exigência da mangueira em cálcio, recomenda-se associar a calagem com a aplicação de gesso. A quantidade de gesso a ser aplicada deve ser definida em função da análise química e da textura do solo, e associada a quantidade de calcário, estando em torno de 0,5 t/ha em solos de textura arenosa e 2,5 t/ha em solos de textura argilosa. Aplicar o gesso na superfície, sem incorporação, após a calagem e antes da adubação, para se evitar perda excessiva de potássio.

Adubação Orgânica:

Aplicar 20 a 30 L de esterco por cova no plantio e pelo menos uma vez por ano.

Adubação Mineral:

Plantio e formação

Tabela 7. Quantidades de N, P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de plantio e formação da mangueira irrigada no Semi-Árido.

Adubação ¹		N g/cova	P Mehlich-1, mg dm ⁻³				K solo, cmol _c dm ⁻³			
			<10	10 - 20	21 - 40	> 40	<0,16	0,16 – 0,30	0,31 – 0,45	>0,45
			----- P ₂ O ₅ , g/cova -----				----- K ₂ O, g/cova -----			
Plantio		-	250	150	120	80	-	-	-	-
Formação	0-12 meses	150	-	-	-	-	80	60	40	20
	13-24 meses	210	160	120	80	40	120	100	80	60
	25-30 meses	150 ²	-	-	-	-	80	60	40	20

1. Adicionar como fonte de P o superfosfato simples, ou como de N o sulfato de amônio, com o objetivo de se fornecer S às plantas.

2. Antes de aplicar nitrogênio neste período, realizar análise foliar, principalmente se for fazer a indução floral entre 30 e 36 meses.

Produção

Tabela 8. Quantidades de N, P_2O_5 e K_2O indicadas para a adubação de produção da mangueira em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes.

Produtividade	N nas folhas, g kg ⁻¹				P Mehlich-1, mg dm ⁻³				K solo, cmol _c dm ⁻³			
	esperada	< 12	12-14	14-16	>16	<10	10-20	21-40	> 40	<0,16	0,16-0,30	0,31-0,45
t/ha	N, kg/ha				P ₂ O ₅ ¹ , kg/ha				K ₂ O, kg/ha			
< 10	30	20	10	0	20	15	8	0	30	20	10	0
10 – 15	45	30	15	0	30	20	10	0	50	30	15	0
15 – 20	60	40	20	0	45	30	15	0	80	40	20	0
20 - 30	75	50	25	0	65	45	20	0	120	60	30	0
30 - 40	90	60	30	0	85	60	30	0	160	80	45	0
40 – 50	105	70	35	0	110	75	40	0	200	120	60	0
> 50	120	80	40	0	150	100	50	0	250	150	75	0

1. Usar como fonte de P o superfosfato simples no sentido de disponibilizar maior quantidade de cálcio para as plantas, o que também poderia ser conseguido com a aplicação de nitrato de cálcio na fase de quebra de dormência das gemas florais.

Adubação com micronutrientes:

As deficiências mais comuns de micronutrientes que ocorrem na mangueira são de zinco e boro. Um levantamento nutricional realizado no polo Petrolina/Juazeiro revelou que 66% dos pomares de mangueira apresentavam deficiência de zinco.

Os teores críticos de micronutrientes no solo (Tabela 9) e também nas folhas (Tabela 6) devem ser empregados para orientar as adubações. A correção da deficiência de boro deverá ser realizada aplicando-se ao solo 1 a 2 g/planta de B para teores menores que 0,2 mg dm⁻³ no solo ou menores que 50 mg dm⁻³ nas folhas. Para o zinco, recomenda-se aplicar 4 a 5 g/planta de Zn quando os teores no solo são menores que 0,5 mg dm⁻³ ou quando a concentração nas folhas está abaixo de 20 mg dm⁻³ de Zn

Tabela 9. Limites de classes de interpretação para a análise de micronutrientes no solo.

Nutriente	Classes de Teores		
	Baixo	Médio	Alto
	mg dm ⁻³		
B	0 – 0,20	0,21 – 0,60	> 0,60
Cu	0 – 0,2	0,3 – 1,0	> 1,0
Fe	0 – 4	5 – 12	> 12
Mn	0 – 1,2	1,3 – 5,0	> 5,0
Zn	0 – 0,5	0,6 – 1,2	> 1,2

Fonte: Rajj et al. (1996)

Os fertilizantes comercializados no Brasil são mostrados na Tabela 10. Os principais são os sais inorgânicos de elementos solúveis. Também são utilizados óxidos, insolúveis em água. Os chamados silicatados, conhecidos como “fritas”, são obtidos pela fusão de silicatos com dois ou mais micronutrientes. Eles são comercializados, geralmente, com grande diversidade de nutrientes. Os quelatos são produtos solúveis que mantêm os metais neles contidos fortemente complexados, em muitos casos

Tabela 10. Principais fontes de micronutrientes utilizados no Brasil e garantias mínimas exigidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Nutriente	Fertilizante	Garantia mínima		Solubilidade em água
		%	g kg ⁻¹	
Boro	Bórax	11	110	Solúvel
	Ácido bórico	17	170	Solúvel
	Silicato	1	10	Insolúvel
Cobre	Sulfato	13	130	Solúvel
	Óxido cúprico	75	750	Insolúvel
	Silicato	2	20	Insolúvel
	Quelato	5	50	Solúvel
Ferro	Sulfato ferroso	19	190	Solúvel
	Sulfato férrico	23	230	Solúvel
	Quelato	5	50	Solúvel
Manganês	Sulfato manganoso	26	260	Solúvel
	Óxido manganoso	41	410	Insolúvel
	Silicato	2	20	Insolúvel
	Quelato	5	50	Solúvel
Molibdênio	Molibdato de sódio	39	390	Solúvel
	Molibdato de amônio	54	540	Solúvel
	Silicato	0,1	1	Insolúvel
Zinco	Sulfato de zinco	20	200	Solúvel
	Óxido	50	500	Insolúvel
	Silicato	3	30	Insolúvel
	Quelato	7	70	Solúvel

Fonte: Rajj et al. (1996)

protegendo os elementos de reações que poderiam reduzir a sua disponibilidade no solo.

Com exceção do ferro, os micronutrientes apresentam efeito residual das adubações por vários anos, dependendo das quantidades aplicadas. Desse modo, a análise de solo pode ser usada para acompanhar estas variações, uma vez que valores altos são facilmente atingidos. A análise foliar também deve ser utilizada para orientar as adubações, de forma complementar à análise de solo. Esta informação é especialmente importante no caso da mangueira, possibilitando, com o monitoramento pela análise de solo e de folhas, evitar acúmulos que podem tornar-se tóxicos, o que é mais provável de acontecer para o boro.

Os micronutrientes também podem ser aplicados por via foliar, com solução de fertilizantes solúveis em água, como ácido bórico 0,2 a 0,3% e sulfato de zinco 0,5%. Existe ainda uma grande variedade de produtos no mercado destinados a adubação foliar. Deve-se ficar atento à composição destes produtos, com relação à forma química e à concentração dos nutrientes, de modo a satisfazer às necessidades da cultura.

Fontes, métodos e épocas de aplicação dos fertilizantes

A aplicação do fertilizante está diretamente relacionada com a distribuição do sistema radicular da planta. Na fase de formação, as adubações devem ser iniciadas a partir de um mês do plantio, distribuindo-se os fertilizantes na área correspondente à projeção da copa, mantendo-se uma distância mínima de 50 cm do tronco da planta. Deve-se fazer uma leve incorporação e irrigar logo em seguida. O raio da área de aplicação deverá ser ampliado em função do crescimento da planta.

A partir de 3 anos ou quando as plantas entrarem em produção, os fertilizantes deverão ser aplicados em sulcos, abertos ao lado da planta. A cada ano, o lado adubado deve ser alternado. A localização destes sulcos deve ser limitada pela projeção da copa e pelo bulbo molhado por ser esta a região com maior concentração de raízes. A distribuição dos fertilizantes na fase de produção está mostrada na Tabela 11.

Tabela 11. Distribuição dos fertilizantes na fase de produção.

Fases	N	P	K
	% da dose total		
Após a colheita	50	60	25
Antes da indução	-	-	20
Floração	-	40	15
Após pegamento dos frutos	30	-	15
50 dias após o pegamento dos frutos	20	-	25

Os principais fertilizantes minerais utilizados no cultivo da mangueira são apresentados na Tabela 12. No momento da aquisição do fertilizante, deve-se considerar, além do custo por unidade de nutriente, o íon acompanhante, a solubilidade e o efeito salino do fertilizante.

Tabela 12. Concentrações de nutrientes de alguns fertilizantes utilizados no cultivo da mangueira.

Fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Zn	Cl
	%								
Uréia	45								
Sulfato de amônio	20					24			
Fosfato monoamônio - MAP	11	48							
Fosfato diamônio - DAP	16	45							
Nitrato de cálcio	14			19					
Nitrato de potássio	13		44						
Superfosfato simples		20		20		12			
Superfosfato triplo		45		13					
Ácido fosfórico		53							
Cloreto de potássio			60						48
Sulfato de potássio			48			17			
Sulfato de magnésio					9,5	13			
Óxido de magnésio					55				
Bórax							11,5		
Ácido bórico							17,5		
Sulfato de zinco						16		20	

Fertirrigação

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação apresenta como vantagens a economia de mão-de-obra, maior eficiência na utilização dos fertilizantes, possibilidade de aplicação do nutriente na fase de maior necessidade da planta, entre outras. No entanto, deve-se atentar para a solubilidade e a adequabilidade dos produtos utilizados, além da compatibilidade no caso de misturas.

O nitrogênio poderá ser aplicado durante toda a fase de crescimento, devendo-se suspender a sua aplicação quando forem iniciados os procedimentos para a indução

floral. Por meio da fertirrigação, parcela-se o nitrogênio de acordo com a textura do solo, reduzindo as perdas do nutriente, principalmente em solos arenosos. Nos solos argilosos, a fertirrigação com nitrogênio pode ser realizada uma vez por semana, enquanto nos solos arenosos, como as Areias Quartzosas, deverá ser realizada de três a cinco vezes por semana. A fertirrigação de alta frequência apresenta melhores resultados para todos os nutrientes. Com o uso dessa técnica, os fertilizantes são aplicados em baixa concentração todas as vezes que a cultura é irrigada.

Na fase de produção as quantidades de nitrogênio a serem aplicadas são definidas em função do teor de N nas folhas e da produtividade esperada, de acordo com a Tabela 8. Os períodos de maior demanda são o de pós-colheita e após o pegamento dos frutos. O N deve ser igualmente parcelado nestas duas fases (50% em cada fase), observando-se sempre a textura do solo na frequência da fertirrigação. As fontes mais comuns de nitrogênio são: uréia, sulfato de amônio, fosfato monoamônio e nitrato de cálcio.

Diferentemente do nitrogênio, o fósforo é um nutriente pouco utilizado em fertirrigação. A maioria dos fertilizantes fosfatados provoca precipitação química ou física de nutrientes e, conseqüentemente, causa entupimento nos

sistemas de irrigação. O fósforo pode ser aplicado por fertirrigação durante a fase de crescimento da mangueira, devendo-se observar o pH e a presença de cálcio na água de irrigação, a textura do solo e a compatibilidade com outros nutrientes. As quantidades a serem aplicadas são definidas em função da análise química do solo realizada antes do plantio.

Durante a fase de produção, além dos cuidados citados anteriormente, deve-se parcelar a adubação fosfatada

nas fases de pós-colheita (60%) e florescimento (40%). Na fase de pós-colheita deve-se dar preferência ao MAP (fosfato monoamônio), ao DAP (fosfato diamônio) ou, ainda, ao fosfato de uréia, e na fase de florescimento pode-se utilizar o MKP (fosfato monopotássico), caso as condições não sejam adequadas à aplicação de ácido fosfórico. Alguns desses produtos apresentam custo muito elevado, o que restringe a sua utilização. Considerando a demanda de cálcio pela mangueira, a sua aplicação em fundação, na forma de superfosfato simples ou triplo, além de ter o cálcio como íon acompanhante, apresenta menor custo por unidade de P₂O₅.

A aplicação de potássio via água de irrigação, juntamente com o nitrogênio, é viável, uma vez que os fertilizantes potássicos são solúveis. No parcelamento desse nutriente é importante considerar o seu potencial de perdas por lixiviação e a curva de absorção pela mangueira. Sabe-se que as perdas de K por lixiviação variam com a textura do solo, sendo maiores em solos arenosos e quando as doses aplicadas são muito elevadas.

Na fase de crescimento as aplicações de potássio devem ser realizadas da mesma forma que as de nitrogênio, por uma questão de economia e praticidade. A frequência de fertirrigação deverá ser definida da mesma forma, ou seja, pela textura do solo. As quantidades a serem aplicadas devem ser estabelecidas pela análise química do solo realizada antes do plantio.

Na fase de produção, as quantidades de potássio a serem aplicadas são definidas em função do teor do nutriente no solo e da produtividade esperada (Tabela 8). O potássio pode ser aplicado durante todo o período, devendo-se aplicar 25% após a colheita e concentrar as demais aplicações a partir do pegamento dos frutos. As fontes mais comuns de K são cloreto, nitrato e sulfato de potássio. Dentre estas, o cloreto é a fonte mais utilizada, por ser a mais barata por unidade de K_2O .

Os macronutrientes cálcio e magnésio são normalmente supridos pela calagem. Contudo, o Ca poderá ficar em desequilíbrio quando houver excesso de K e N, notadamente N, o que poderá levar ao colapso interno dos frutos das variedades monoembrionicas e melhoradas como Tommy Atkins, Kent e Keitt. Como fontes alternativas de cálcio tem-se o gesso, aplicado no solo, e o nitrato de cálcio que pode ser aplicado via água de irrigação. Normalmente se utiliza o sulfato como fonte de magnésio, dada a sua boa solubilidade. O nitrato de magnésio e as formas

quelatizadas de Mg, apesar de terem um custo mais elevado, são outras alternativas.

O suprimento de enxofre pela fertirrigação não apresenta problemas, pois o íon SO_4^{2-} é móvel no solo e está presente em fertilizantes com alta solubilidade, como o sulfato de amônio (24% de S). Outras fontes como sulfato de potássio e de magnésio também são utilizadas. Porém, deve-se tomar cuidado com a incompatibilidade do sulfato com fertilizantes contendo cálcio.

Com relação a micronutrientes, o boro e o zinco são os que apresentam maiores problemas de deficiência no campo.

No caso do boro, em função da facilidade de lixiviação que esse nutriente apresenta, o parcelamento é a prática mais recomendada. Atentar ainda para o antagonismo existente entre boro e nitrogênio e entre zinco e fósforo. Estes nutrientes devem ser aplicados após a colheita. Se a análise foliar ainda detectar deficiência desses nutrientes, a adubação complementar deverá ser realizada por via foliar.

Cálculo de fertirrigação para um solo de textura média

Plantio: devem ser aplicados em fundação 250 g/cova de P_2O_5 , de acordo com teor de P no solo (10 mg dm^{-3} de P).

Formação: (2 a 30 meses) as quantidades de nutrientes a serem aplicadas por planta são: 500 g de N, 160 g de P_2O_5 e 20 a 60 g de K_2O , de acordo com o teor no solo e a fase de crescimento (Tabela 13). Utilizou-se como exemplo, os seguintes teores no solo: 10 mg dm^{-3} de P e $0,52 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K.

Produção: as quantidades são calculadas da mesma forma que na fase de formação, considerando-se os teores no solo, a concentração foliar e a produtividade esperada.

Tabela 13. Cálculo do parcelamento de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) via fertirrigação, para um solo de textura média, durante a fase de crescimento da cultura da manga (30 meses).

Semana de início	Número de semanas	N		Número de semanas	P_2O_5		Número de semanas	K_2O	
		Aplicação a cada 7 dias	Total		Aplicação a cada 7 dias	Total		Aplicação a cada 7 dias	Total
		----- g/planta -----			----- g/planta -----			----- g/planta -----	
10 ^a	8	2,5	20	0	0	0	8	0,47	3,8
18 ^a	8	3,0	24	0	0	0	8	0,47	3,8
26 ^a	27	4,0	108	8	5	40	27	0,47	12,7
53 ^a	26	5,0	130	8	5	40	26	1,15	30
79 ^a	26	6,0	156	8	5	40	26	1,15	30
105 ^a	12	4,0	48	8	5	40	12	0,83	10
117 ^a	12	1,5	18	0	0	0	12	0,83	10

¹ A partir de 24 meses, as doses de nitrogênio devem ser ajustadas em função da análise foliar e da época de indução de florescimento.

Referências Bibliográficas

- CATCHPOOLE, D. W.; BALLY, I. S. E. Nutrition of mango trees: a study of the relationships between applied fertiliser, leaf elemental composition and tree performance (flowering and fruit yield) In: MARKETING SEMINAR AND PRODUCTION WORKSHOP, 1995, Townsville, Queensland. **Mango 2000**: proceedings. Townsville: Queensland Department of Primary Industries, 1995. p. 91-104. (Conference and Workshop Series QC95006).
- CHADHA, K. L.; SAMRA, J. S. ; THAKUR, R. S. Standardization of leaf sampling technique for mineral composition of leaves of mango cultivar Chausa. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 13, p. 323-329, 1980.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO (Salvador, BA) **Manual de adubação e calagem para o Estado da Bahia**. Salvador, BA: CEPLAC/EMATERBA/EMBRAPA/EPABA/NITROGERTIL, 1989. 173 p.
- DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado Espírito Santo**: 4. aproximação. Vitória: SEEA/INCAPER, 2001. 266 p.
- FAO (Roma, Itália). **Survey of the São Francisco river basin Brazil**. Roma, 1966. v. 2.
- HAAG, H. P.; SOUZA, M. E. P.; CARMELLO, Q. A. C.; DECHEN, A. R. Extração de macro e micronutrientes por frutos de quatro variedades de manga (*Mangifera indica* L.). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 47, n. 2, p. 459-477, 1990.
- HIROCE, R.; CARVALHO, A. M. de; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; SANTOS, R. R. dos; GALLO, J.R. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 36, p.155-164, 1977.
- LABOREM, G.; AVILÁN, L.; FIGUEROA, M. Extracción de nutrientes por una cosecha de mango (*Mangifera indica* L.). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 29, n. 1, p. 3-15, 1979.
- MAGALHÃES, A. F. de J.; BORGES, A. L. Calagem e adubação. In: MATOS, A. P. (Org.) **Manga**: produção aspectos técnicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 35-44. (Frutas do Brasil; 4)
- OOSTHUYSE, S. A. Relationship between leaf nutrient concentrations and cropping or fruit quality in mango. **South African Mango Growers' Association Yearbook**, v. 17, p. 1-15, 1997.
- PINTO, P. A. da C. **Avaliação do estado nutricional da mangueira Tommy Atkins pelo DRIS e da qualidade pós-colheita de frutos na região do Submédio São Francisco**. Viçosa, 2002. 124 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M.(Ed.) **Manga, tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, 1996. p.106-135.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C., (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico; 100).
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A., (Ed.) **Análise química para a avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5. aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais, 1999. 359 p.ii.
- SILVA, D. A. M. da. **Mangueira** (*Mangifera indica* L.): cultivo sob condição irrigada. 2. ed. Recife: SEBRAE-PE, 2000. 63 p.il. (SEBRAE/PE. Agricultura; 9).
- SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. da C.; PINTO, A. C. Q. de; MAGALHÃES, A. F. de J. Nutrição e adubação. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. Q. de (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 191-221.
- STASSEN, P. J. C.; GROVE, H. G.; DAVIE, S. J. Uptake, distribution and requirements of macro elements in 'Sensation' mango. In: INTERNACIONAL SIMPÓSIO ON MANGO, 6., 1999, Pattaya City, Thailand. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 509, v. 1, p. 365-374, 2000.
- STASSEN, P. J. C.; VUUREN, B. H. P. van; DAVIE, S. J. Macro elements in mango trees: uptake and distribution. **South African Mango Growers' Association Yearbook**, v. 17, p. 16-19, 1997.

Circular Técnica, 77

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Semi-Árido

Endereço: BR 428, km 152, Zona Rural, 56302-970

Fone: (87) 3862-1711

Fax: (87) 3862-1744

E-mail: sac@cpatsa.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2004): 500 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: *Clóvis Guimarães Filho.*

Secretário-Executivo: *Eduardo Assis Menezes.*

Membros: *Luis Henrique Bassoi,
Patrícia Coelho de Souza Leão,
Maria Sonia Lopes da Silva,
Gislene Feitosa Brito Gama.*

Expediente

Supervisor editorial: *Eduardo Assis Menezes.*

Editoração eletrônica: *Francisco de Assis Gomes
da Rocha.*